

PN - JP2003244981 A 20030829

PD - 2003-08-29

PR - JP20020037864 20020215

OPD - 2002-02-15

TI - CONTROL DEVICE FOR AC MOTOR

IN - NAKAMURA FUMINORI; SATAKE AKIRA; HATAKEYAMA YOSHIHIRO

PA - MITSUBISHI ELECTRIC CORP

IC - H02P5/00

TI - Control apparatus for AC motor, has thyristor igniting signal generating circuit which actuates thyristor based on value of firing signal designated by output firing angle command signal

PR - JP20020037864 20020215

PN - JP2003244981 A 20030829 DW200382 H02P5/00 009pp

PA - (MITQ) MITSUBISHI ELECTRIC CORP

IC - H02P5/00

AB - JP2003244981 NOVELTY - A voltage control device (18) outputs a firing angle command signal for compensating the difference of a voltage command value and a detected voltage value. A thyristor igniting signal generating circuit (10) actuates a thyristor (1) based on the value of a firing signal designated by the output firing angle command signal.

- USE - For controlling an AC voltage supplied to an AC motor.

- ADVANTAGE - Enables accurate regulation of effective value of AC voltage even if power factor fluctuation exists.

- DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the circuit block diagram of control apparatus. (Drawing includes non-English language text).

- Thyristor 1

- Thyristor igniting signal generating circuit 10

- Voltage control device 18

- (Dwg. 1/11)

OPD - 2002-02-15

AN - 2003-883643 [82]

PN - JP2003244981 A 20030829

PD - 2003-08-29

AP - JP20020037864 20020215

IN - SATAKE AKIRA; NAKAMURA FUMINORI; HATAKEYAMA YOSHIHIRO

PA - MITSUBISHI ELECTRIC CORP

TI - CONTROL DEVICE FOR AC MOTOR

AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a control device for an AC motor capable of accurately controlling an AC voltage effective value applied to the AC motor in which load fluctuations are large and a power factor rapidly changes.

- SOLUTION: This control device controls an AC voltage applied to the AC motor 4 by driving thyristors located between an AC power supply 3 and the AC motor 4. This device comprises a voltage detector 6 for detecting an actual voltage value applied to the AC motor 4 and outputting a detected voltage value, a voltage controller 18 for comparing a voltage command value with the detected voltage value to decrease a value of a firing angle when the voltage command value is larger than the detected voltage value and increase a value of the firing angle when the voltage command value is smaller than the detected voltage value for outputting a value of the firing angle, and a thyristor igniting signal generating circuit 10 for firing the thyristors 1, 2 at timing corresponding to the value of the firing angle in which the value of a voltage phase of the AC power 3 is outputted from the voltage controller 18.

I - H02P5/00

(51)Int.Cl.  
H 02 P 5/00

識別記号

F I  
H 02 P 5/00テ-コ-ド\*(参考)  
P 5 H 5 5 0

審査請求 未請求 請求項の数 3 O.L. (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2002-37864(P2002-37864)

(71)出願人 000008013

(22)出願日 平成14年2月15日(2002.2.15)

三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号(72)発明者 佐竹 彰  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内(72)発明者 中村 文則  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内(74)代理人 100057874  
弁理士 曽我 道熙 (外6名)

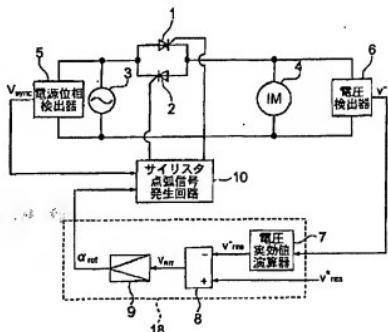
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】交流電動機の制御装置

## (57)【要約】

【課題】負荷変動が大きく力率が急激に変動するような交流電動機に対しても、印加する交流電圧実効値を正確に制御する交流電動機の制御装置を得る。

【解決手段】交流電源3と交流電動機4との間のサイリスタを駆動させることにより、交流電動機4に印加する交流電圧の制御を行う制御装置であって、交流電動機4に印加された実際の電圧値を検出して検出電圧値を出力する電圧検出器6と、電圧指令値と検出電圧値とを比較して、電圧指令値が検出電圧値より大きい場合には点弧角の値を減少させて、電圧指令値が検出電圧値より小さい場合には点弧角の値を増加させて、当該点弧角の値を出力する電圧制御器18と、交流電源3の電圧位相の値が電圧制御器18から出力される点弧角の値に一致するタイミングで、サイリスタ1、2を点呼するサイリスタ点弧信号発生回路10とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 交流電源と交流電動機との間に接続された他励半導体素子を位相制御することにより、上記交流電動機に印加する交流電圧の制御を行う交流電動機の制御装置であって、  
上記交流電源の電圧の位相角の値が点弧角の値に一致するタイミングで、上記他励半導体素子を駆動させる他励半導体素子駆動手段と、  
上記交流電動機に印加されるべき所望の電圧値を示す電圧指令値を入力する電圧指令値入力手段と、  
上記交流電動機に印加された実際の電圧値を検出して検出電圧値を出す電圧検出手段と、  
上記電圧指令値と上記検出電圧値とを比較して、上記電圧指令値が上記検出電圧値より大きい場合には、上記電圧指令値と上記検出電圧値との差を補償する分だけ点弧角の値を減少させて、上記電圧指令値が上記検出電圧値よりも小さい場合には、上記電圧指令値と上記検出電圧値との差を補償する分だけ点弧角の値を増加させるための点弧角指令信号を示出する点弧角制御手段とを備え、  
上記他励半導体素子駆動手段が、上記点弧角制御手段により出力される上記点弧角指令信号により指定された点弧角の値を用いて、上記他励半導体素子を駆動させることを特徴とする交流電動機の制御装置。

【請求項2】 上記交流電動機に流れる電流を検出して検出電流値を示す電流検出手段と、

検出された上記検出電流値および上記電圧検出手段により検出された上記検出電圧値から上記交流電動機の力率を演算する力率演算手段と、

上記点弧角制御手段の上記点弧角の出力に対して上記力率に基づく補償を行う補償手段とをさらに備えたことを特徴とする請求項1に記載の交流電動機の制御装置。

【請求項3】 上記点弧角制御手段が、

上記交流電源の電圧と上記検出電圧値との比が上記点弧角の変化に伴って変化する非線形な変化率を線形化して、上記電圧検出手段から入力された上記検出電圧値の値に対して上記変化率に基づく補償を行う線形化演算部を含んでいることを特徴とする請求項1または2に記載の交流電動機の制御装置。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は交流電動機の制御装置にし、特に、交流電動機に印加する交流電圧を制御するための交流電動機の制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】電圧一定の交流電源からの電力を制御する方法として、サイリスタやトライアックなどの他励半導体素子（自ら電流を遮断することが出来ない半導体素子）を用いて、交流電圧の位相制御を行う電力調整回路が良く知られている。図6は、オーム社刊「パワーエレ

クトロニクス入門」（昭和59年5月初版）の149ページに記載された、サイリスタを用いた単相用の交流電力調整回路の構成を示した図であり、以降は、当該文献を文献1と称する。図6において、1、2は逆並列接続された2つのサイリスタ、4は負荷であり、3は単相交流電源である。図6の構成の交流電力調整回路において、サイリスタ1、2は、交流電源3の電圧位相が所定の値になった時に点呼するようサイリスタ駆動回路（図示されていない）により点弧信号が入力され、交流電源3の発生する電圧の内の一部の位相区間だけが負荷4に印加されることにより電力調整回路として機能する。なお、図6においては、サイリスタを逆並列に接続して使用している例を示したが、上記文献1には、これらを一つのトライアックに置き換えた構成についても記載されている。

【0003】図7は、上記文献1の150ページに示された、負荷4が抵抗性負荷の場合の負荷4への印加電圧波形を示すグラフである。交流電源3の電圧位相が $\alpha$ の時にサイリスタ1に、また、 $\alpha + \pi$ の時にサイリスタ2に点弧信号が入力される。サイリスタ1、2は他励半導体素子であるため、通電方向に正電圧が印加されている場合は、点弧信号により絶縁状態から導通状態に変化して電流が流れ、印加電圧の変化により素子を流れる電流が0になると導通状態から絶縁状態に変化する。負荷4が抵抗性負荷の場合の電圧が0になると負荷4に流れる電流が0になるため、負荷4には $\alpha$ から $\alpha + \pi$ 、および、 $\alpha + \pi$ から $2\pi$ の区間の間が通電区間となるので、図7に示すような電圧波形が負荷に印加されることになり、印加電圧の実効値を操作することが出来る。なお、上記の位相角 $\alpha$ は点弧角と呼ばれている。

【0004】ところで、近年、交流電動機、特に、誘導電動機の駆動制御において、部分負荷時の効率を印加電圧を下げるにより改善する手法に関する提案が行われている。図8は電気学会回転機研究会の平成12年度研究会資料（資料番号RM-00-10-17）に記載された、出力2、 $2kW$ の三相誘導電動機における印加電圧と効率の関係を示したグラフの一部であり、以降は同文献を文献2と称する。図8のグラフにおいて、横軸は誘導電動機の出力、縦軸は効率を表し、印加交流電圧の実効値が200Vの場合を破線、100Vの場合を実線で表している。図8を参照すれば、出力が大きいときには電圧が200Vの場合の方が効率が良いが、出力が小さいときは電圧が100Vの方が効率が良く、800W付近がその境目であることが理解できる。

【0005】図9は、上記文献2に示された三相交流電動機の電圧制御装置の構成であるが、この回路構成は、図6の回路を三相電源に対して構成し、素子をサイリスタからトライアックに変更したものであって、同様の回路構成が文献1にも記載されている。なお、図9では、高周波電流抑制用のリアクトルおよび実験用の電力計・

電流計・電圧計が加えられている。図9の回路構成の装置において、図6同様に、点弧角 $\alpha$ を操作する位相制御を行えば、先に説明したように、三相誘導電動機に加える印加交流電圧の実効値を操作することが出来、三相誘導電動機の部分負荷時の効率を改善することが出来る。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図6の電圧制御装置において負荷4が誘導性負荷の場合は、電圧と電流に位相差が生じるために通電区間が図7に比べて長くなる。図10は文献1の153ページに示された誘導性負荷の場合の印加電圧波形および負荷電流波形を示すグラフである。図10において、実線の波形が印加電圧波形、破線の波形が負荷電流波形であり、誘導性負荷のため電圧と電流に位相差が生じて、通電区間が $\alpha$ から $\beta + \gamma$ までになることが分かる。なお、図中で斜線の区間は、交流電源3の電圧が負荷4に印加されない区間であり、負荷4に印加される電圧の実効値は、電源電圧の実効値より斜線の区間の実効値を除いたものである。

【0007】以上に述べたように、図6の電圧制御装置においては、点弧角 $\alpha$ が同じでも力率角 $\phi$ によって出力電圧が変化する。図11はその関係を示したグラフであって、横軸は点弧角 $\alpha$ 、縦軸は電源電圧実効値Eに対する出力電圧実効値E<sub>L</sub>の比である。図11より分かるように、力率 $\cos\phi$ により、点弧角 $\alpha$ と出力電圧比の関係が変化することが理解できる。

【0008】一般的に、交流電動機は負荷により力率が変化するため、図6あるいは図9に示した交流電力調整回路を用いて電動機に印加する交流電圧実効値を正確に制御することは、これまで説明した理由により、難しく、特に、負荷変動が大きい装置に使用される交流電動機の電圧実効値の制御に、図6あるいは図9の交流電圧制御装置を適用することは困難であった。

【0009】この発明はかかる問題点を解決するためになされたものであり、負荷変動が大きく力率が急激に変動するような交流電動機に対して、印加する交流電圧実効値を正確に制御できる交流電動機の制御装置を得ることを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】この発明は、交流電源と交流電動機との間に接続された他励半導体素子を位相制御することにより、上記交流電動機に印加する交流電圧の制御を行う交流電動機の制御装置であって、上記交流電源の電圧の位相角の点が点弧角の値に一致するタイミングで、上記他励半導体素子を駆動させる他励半導体素子駆動手段と、上記交流電動機に印加されるべき所望の電圧値を示す電圧指令値を入力する電圧指令値入力手段と、上記交流電動機に印加された実際の電圧値を検出して検出電圧値を出力する電圧検出手段と、上記電圧指令値と上記検出電圧値とを比較して、上記電圧指令値が上記検出電圧値より大きい場合には、上記電圧指令値と上

記検出電圧値との差を補償する分だけ点弧角の値を減少させて、上記電圧指令値が上記検出電圧値より小さい場合には、上記電圧指令値と上記検出電圧値との差を補償する分だけ点弧角の値を増加させるための点弧角指令信号を出力する点弧角制御手段とを備え、上記他励半導体素子駆動手段が、上記点弧角制御手段により出力される上記点弧角指令信号により指定された点弧角の値を用いて、上記他励半導体素子を駆動させる交流電動機の制御装置である。

10 【0011】また、上記交流電動機に流れる電流を検出して検出電流値を出力する電流検出手段と、上記検出電流値および上記検出電圧値から上記交流電動機の力率を演算する力率演算手段と、上記点弧角制御手段の上記点弧角の出力に対して上記力率に基づく補償を行う補償手段とをさらに備えている。

【0012】また、上記電圧制御手段が、上記交流電源の電圧と上記検出電圧値との比が、上記点弧角の変化に伴って変化する非線形な変化率を線形化して、上記電圧検出手段から入力された上記検出電圧値の値に対して上記変化率に基づく補償を行う線形化演算部を含んでいる。

## 【0013】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は本発明の実施の形態1による交流電動機の制御装置の構成を示す図である。本実施の形態における制御装置は、単相の交流電源と制御対象である交流電動機との間に接続され、サイリスタやトライアック等の（自ら電流を遮断することが出来ない半導体素子である）他励半導体素子の位相制御を行って、交流電動機に印加する交流電圧の実効値を変化させて交流電圧の制御を行うための交流電動機の制御装置である。図1において、1、2、3、4は、図6と同様であるため、ここでは説明を省略する。なお、本実施の形態においては、負荷4は、制御対象となる交流電動機であり、例えば、誘導電動機から構成されているものとする。また、5は単相交流電源3の電圧位相に同期した電源同期信号Vsyncを発生する電源位相検出器であり、6は負荷（交流電動機）4に印加される電圧を検出して検出電圧v-を出力する電圧検出器である。7は検出電圧v-からその実効値相当信号v-rmsを求める電圧実効値演算器、8は負荷（交流電動機）4に印加されるべき電圧値を示す電圧指令値信号v\* rmsが入力されて、当該電圧指令値信号v\* rmsから検出電圧実効値相当信号v-rmsを減じて電圧誤差信号v-errを出力する加算器、9は電圧誤差信号v-errに所定の制御演算を行って点弧角指令信号 $\alpha_{ref}$ を出力する制御演算器である。なお、電圧実効値演算器7、加算器8および制御演算器9は、電圧指令値と上記検出電圧値とを比較して、電圧指令値が上記検出電圧値より大きい場合には、電圧指令値と検出電圧値との差を補償する分だけ点弧角の値を減少させて、電圧指令値が検出電圧値より小さい場合

40 50

には、電圧指令値と検出電圧値との差を補償する分だけ点弧角の値を増加させて、検出電圧値が電圧指令値と等しい値になるように制御するための点弧角指令信号を出力する電圧制御器18を構成している。10は点弧角指令信号 $\alpha_{ref}$ に従って電源同期信号Vsyncを参照しながらサイリスタ1、2に対して点呼信号を出力するサイリスタ点弧信号発生回路である。すなわち、具体的には、交流電源3の電圧位相の値を電源同期信号Vsyncから求め、交流電源3の電圧位相の値が $\alpha_{ref}$ になった時にサイリスタ1に点呼信号が入力され、交流電源3の電圧位相の値が $\alpha_{ref} + \pi$ になった時にサイリスタ2に点呼信号が入力される。なお、サイリスタ1、2はヒートランプ半導体素子であるため、通電方向に正電圧が印加されている場合は、点弧信号により絶縁状態から導通状態に変化して電流が流れ、印加電圧の変化により素子を流れる電流が0になると導通状態から絶縁状態に変化する。負荷(交流電動機)4が抵抗性負荷の場合には電圧が0になると負荷(交流電動機)4に流れる電流も0になるため、負荷(交流電動機)4は、 $\alpha_{ref}$ から $\pi$ 、および、 $\alpha_{ref} + \pi$ から $2\pi$ の区間の間で通電区間となる。

【0014】次に動作について説明する。本実施の形態の交流電動機の制御装置では、負荷(交流電動機)4に印加する所望の電圧実効値は電圧指令値信号 $v^*_{rms}$ で与えられる。一方、実際に負荷(交流電動機)4に印加されている電圧実効値は、電圧検出器らからの検出電圧 $v^-$ を電圧実効値演算器7に入力して得られる検出電圧実効値相当信号 $v^-_{rms}$ として求められており、電圧指令値信号 $v^*_{rms}$ と検出電圧実効値相当信号 $v^-_{rms}$ の差を加算器8により演算して得られる電圧誤差信号 $v_{err}$ は、制御演算器9に入力される。上述の図1に示すように、位相制御による交流電力制御回路では、点弧角 $\alpha$ が増加すると出力電圧実効値は小さくなるので、この制御演算器9は、電圧誤差信号 $v_{err}$ が正の場合、即ち、電圧指令値信号 $v^*_{rms}$ が検出電圧実効値相当信号 $v^-_{rms}$ より大きい場合には点弧角を減少させ、電圧誤差信号 $v_{err}$ が負の場合、即ち、電圧指令値信号 $v^*_{rms}$ が検出電圧実効値相当信号 $v^-_{rms}$ より小さい場合には点弧角を増加させるよう点弧角指令信号 $\alpha_{ref}$ を出力するよう、例えば、下記(1)式に伝達関数が表されるような、負のゲインをもつ比例積分器で構成されている。なお(1)式において、 $K_p$ は比例ゲイン、 $T_i$ は積分時定数であり、 $s$ は微分演算子である。

【0015】

【数1】

$$G_{\alpha_{ref}} = -K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i \cdot s} \right) \quad \dots \quad (1)$$

【0016】この点弧角指令信号 $\alpha_{ref}$ は電源位相検出器5からの電源同期信号Vsyncとともにサイリスタ点弧信号発生回路10に入力され、当該点弧角指令信号 $\alpha_{ref}$ に従って、サイリスタ点呼信号発生回路10が、サイ

リスタ1、2を点呼する。この際に、制御演算器9は、検出電圧実効値相当信号 $v^-_{rms}$ が電圧指令値信号 $v^*_{rms}$ に一致するよう、点弧角指令信号 $\alpha_{ref}$ を調整する。このようなフィードバック制御を行うことにより、負荷変動が大きく力率が急激に変動するような交流電動機に対しても、印加する交流電圧実効値を正確に制御することができる。

【0017】以上のように、本実施の形態に係る交流電動機の制御装置においては、交流電動機に印加される電圧を検出して検出電圧を出力する電圧検出器6と、その検出電圧値が所望の値になるように点弧角を操作する電圧制御器18とを設けるようにしたので、負荷変動が大きく力率が急激に変動するような交流電動機に対しても、印加する交流電圧実効値を正確に制御することが出来る。

【0018】実施の形態2、力率 $\cos \phi$ が急激に変化した場合、例えば、力率が1の負荷状態から負荷が減少すると、そのとき負荷(交流電動機)4に印加される電圧波形は、上述の図7の状態から同じく上述の図10の状態に変化し、過渡的に電圧実効値が増加する。また逆に、例えば、力率が低い低負荷状態から負荷が増加すると、電圧波形は図10の状態から図7の状態に変化し、過渡的に電圧実効値が減少する。これらの電圧誤差は制御演算器9により時間とともに補償されるが、その応答性を改善する方法として、力率角 $\alpha$ を点弧角 $\alpha$ に加えて補償を行う方法が考えられる。

【0019】図2は本発明の実施の形態2に係る交流電動機の制御装置であり、図1に示した実施の形態1の構成に、符号11、12、13の構成を追加したものである。図2において、11は負荷(交流電動機)4に流れる電流を検出して検出電流 $i^-$ を出力する電流検出器、12は検出電流 $i^-$ および検出電圧 $v^-$ から負荷(交流電動機)4の力率を演算して力率補償信号 $\phi_{comp}$ を出力する力率演算器、13は力率補償信号 $\phi_{comp}$ を点弧角指令信号 $\alpha_{ref}$ に加えて補正済みの点弧角指令信号 $\alpha_{comp}$ を出力する加算器である。

【0020】動作について説明する。負荷(交流電動機)4の負荷が変動して力率が変化すると、それに応じた力率補償信号 $\phi_{comp}$ が力率演算器12により出力され、加算器13により直ちに $\alpha_{ref}$ が補正された点弧角指令信号 $\alpha_{comp}$ が输出されるので、制御演算器9のみで制御するよりも応答性が向上する。なお、検出電流 $i^-$ および検出電圧 $v^-$ にノイズが混入した場合に備えて、力率演算器12と加算器13の間にフィルタを挿入しても良い。

【0021】以上のように、本実施の形態においては、上述の実施の形態1と同様の効果が得られるとともに、さらに、負荷(交流電動機)4に流れる電流を検出して検出電流を出力する電流検出器11と、検出電流および検出電圧から負荷(交流電動機)4の力率を演算する力

率演算器12を設け、電圧制御器18が点弧角を操作する際に、制御装置の出力電流を検出して負荷率を算出し、この負荷率に基づく点弧角出力の補償を行うようにしたので、力率の変動に対する電圧制御の応答性を改善することが出来る。

【0022】実施の形態3、図11に示すように、点弧角 $\alpha$ の増加により出力電圧実効値が減少する変化率は力率 $c \cos \phi$ および出力電圧により非線形に変化する。このため、上記の式(1)に示したような線形の制御演算器を使用すると、広い範囲の力率 $c \cos \phi$ および出力電圧に対応して安定かつ高応答に制御演算器10を調整することが困難な場合がある。その対策として、図11の関係が線形で近似できるような状態を用いて制御を行う方法がある。

【0023】図3は図1において、縦軸を1から電源電圧実効値Eに対する出力電圧実効値 $E_L$ の比を減じた値の平方根としたものである。図より分かるように、前記の縦軸の状態量でみると横軸である点弧角 $\alpha$ と縦軸はほぼ比例関係と見せることができる。このことにより、前記の1から電源電圧実効値Eに対する出力電圧実効値 $E_L$ の比を減じた値の平方根を用いて制御系を構成すれば、広い範囲の力率 $c \cos \phi$ および出力電圧に対応して安定かつ高応答な制御系が構成できる。

【0024】図4は、本実施の形態に係る交流電動機の制御装置の構成を示したものであり、図2に示した実施の形態2の構成に、符号15a、15b、16a、16b、17で示される構成を追加したものである。図4において、15aは電源電圧相当信号Vsourceから検出電圧実効値相当信号v<sup>-</sup> rmsを減じる加算器、15bは電源電圧相当信号Vsourceから電圧指令信号v<sup>\*</sup> rmsを減じる加算器、16a、16bは加算器15a、15bのそれぞれの出力の平方根を演算する平方根演算器であり、16aが線形化後の検出電圧実効値相当信号v<sup>-</sup> rms、16bが線形化後の電圧指令信号v<sup>\*</sup> rmsを出力する。

【0025】動作について説明すれば、加算器15aおよび平方根演算器16aにより、検出電圧実効値相当信号v<sup>-</sup> rmsが図3の縦軸相当値である検出電圧実効値相当信号v<sup>-</sup> rms'に、また、加算器15bおよび平方根演算器16bにより、電圧指令信号v<sup>\*</sup> rmsが電圧指令信号v<sup>\*</sup> rms'に変換されて線形化が行われる。以上の加算器15a、15b、平方根演算器16a、16bにより線形化演算器17が構成されており、その出力である検出電圧実効値相当信号v<sup>-</sup> rms'および電圧指令信号v<sup>\*</sup> rms'を用いて、これまでの実施の形態同様に加算器8および制御演算器9により電圧制御器18が構成されている。なお、本実施の形態では、図3に示すような線形化が行われているので正のゲインを持つ制御演算器が使用される。なお、本実施の形態は、実施の形態2に制御系の線形化の改良を加えたものであるが、この場合

に限らず、実施の形態1に同様の改良を加えても効果があるのはいうまでもない。また、本実施の形態では、図3のグラフの縦軸に示した計算式を用いて線形化を行う線形化演算器について説明したが、ロックアップテーブルを用いるなどの他の線形化手法を用いても同様の効果があることはもちろんである。

【0026】以上のように、本実施の形態においては、上述の実施の形態1または2と同様の効果が得られるとともに、さらに、電圧制御器18の内部に、図11に示した点弧角 $\alpha$ と出力電圧比の非線形な特性を補償するような、線形化演算器17を設けるようにしたので、広い範囲の力率および出力電圧に対応して安定かつ高応答な制御系を構成することが出来る。

【0027】実施の形態4、ここまで実施の形態1～3においては、単相交流電動機に対する制御装置の構成について説明してきたが、多相の交流電動機に対応した制御装置ももちろん構成することが出来る。

【0028】図5は、実施の形態1で示した交流電動機の制御装置の構成を三相交流電動機に適用した本実施の形態の構成を示したものである。図5において、1a、2aはサイリスタ、3は三相交流電源（多相の交流電源）であって、4は負荷であり、三相交流電動機、例えば、誘導電動機から構成されている。サイリスタ1a、2aは、負荷（三相交流電動機）4のU相と交流電源3のR相の間に逆並に接続して挿入され、負荷（三相交流電動機）4のU相と交流電源3のR相の導通を制御する。同じように負荷（三相交流電動機）4のV相と交流電源3のW相の間にサイリスタ1b、2bが挿入され、負荷（三相交流電動機）4のV相と交流電源3のS相の間に導通を制御し、同じく交流電動機4のW相と交流電源3のT相の間にサイリスタ1c、2cが挿入されて負荷（三相交流電動機）4のW相と交流電源3のT相間の導通を制御する。

【0029】5は三相電源3の電圧位相に同期した電源同期信号Vsyncを発生する電源位相検出器であり、6は負荷（三相交流電動機）4の各相に印加される電圧を検出して検出電圧信号v<sup>-</sup>（図5においてはv<sup>-</sup>の流れは一つの線で表されているが実際にはU、V、Wの各相の電圧を表す3つの電圧検出信号の組である）を出力する電圧検出器である。7は三相の検出電圧v<sup>-</sup>からその合成された実効値相当信号v<sup>-</sup> rmsを求める電圧実効値演算器、8は電圧指令信号v<sup>\*</sup> rmsから検出電圧実効値相当信号v<sup>-</sup> rmsを減して電圧誤差信号verrを出力する加算器、9は電圧誤差信号verrに制御演算を行って点弧角指令信号 $\alpha_{ref}$ を出力する制御演算器であり、電圧実効値演算器7、加算器8および制御演算器9で電圧制御器18を構成している。10は点弧角指令信号 $\alpha_{ref}$ に従って電源同期信号Vsyncを参照しながらサイリスタ1a、2a、1b、2b、1c、2cを所望のタイミングで点呼するサイリスタ点弧信号発生回路である。

【0030】本実施の形態は、以上のように構成されているので、実施の形態1同様に三相交流電動機4に印加する三相交流の実効値を所望の値  $v^*_{rms}$  に制御することが出来、実施の形態1と同様の効果を得ることが出来る。

【0031】なお、本実施の形態では、実施の形態1に示した交流電動機の制御装置の構成を三相交流電動機に適用した場合を示したが、この場合に限らず、実施の形態2および3の交流電動機の制御装置についても同様に三相交流電動機に適用できることは言うまでもない。

### 【0032】

【発明の効果】この発明は、交流電源と交流電動機との間に接続された他刷半導体素子を位相制御することにより、上記交流電動機に印加する交流電圧の制御を行う交流電動機の制御装置であって、上記交流電源の電圧の位相角の値が点弧角の値に一致するタイミングで、上記他刷半導体素子を駆動させる他刷半導体素子駆動手段と、上記交流電動機に印加されるべき所望の電圧値を示す電圧指令値を入力する電圧指令値入力手段と、上記交流電動機に印加された実際の電圧値を検出して検出電圧値を出力する電圧検出手段と、上記電圧指令値と上記検出電圧値とを比較して、上記電圧指令値が上記検出電圧値より大きい場合には、上記電圧指令値と上記検出電圧値との差を補償する分だけ点弧角の値を減少させて、上記電圧指令値が上記検出電圧値よりも小さい場合には、上記電圧指令値と上記検出電圧値との差を補償する分だけ点弧角の値を増加させるための点弧角指令信号を出力する点弧角制御手段とを備え、上記他刷半導体素子駆動手段が、上記点弧角制御手段により出力される上記点弧角指令信号により指定された点弧角の値を用いて、上記他刷半導体素子を駆動させる交流電動機の制御装置であるので、負荷変動が大きく力率が急激に変動するような交流電動機に対しても、印加する交流電圧実効値を正確に制御することが出来る。

【0033】また、上記交流電動機に流れる電流を検出して検出電流値を出力する電流検出手段と、上記検出電流値および上記検出電圧値から上記交流電動機の力率を演算する力率演算手段と、上記電圧制御手段の上記点弧角の出力に対し上記力率に基づく補償を行う補償手段とをさらに備えて、上記点弧角制御手段が点弧角を操作する際に、上記交流電動機の電流を検出して負荷力率を算出し、この負荷力率に基づく点弧角出力の補償を行なうようにしたので、力率の変動に対する電圧制御の応答性

を改善することが出来る。

【0034】また、上記電圧制御手段が、上記交流電源の電圧と上記検出電圧値との比が、上記点弧角の変化に伴って変化する非線形な変化率を線形化して、上記電圧検出手段から入力される上記検出電圧値の値に対して上記変化率に基づく補償を行う線形化演算部を含み、点弧角と検出電圧比との非線形な特性を補償するようにしたので、広い範囲の力率および検出電圧に対応して安定かつ高応答な制御系を構成することが出来る。

### 10 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係る交流電動機の制御装置の構成を示した構成図である。

【図2】 本発明の実施の形態2に係る交流電動機の制御装置の構成を示した構成図である。

【図3】 本発明の実施の形態3に係る交流電動機の制御装置に設けられた線形化演算器による演算結果が線形化されていることを示す説明図である。

【図4】 本発明の実施の形態3に係る交流電動機の制御装置の構成を示した構成図である。

【図5】 本発明の実施の形態4に係る交流電動機の制御装置の構成を示した構成図である。

【図6】 サイリスタを用いた従来の交流電力調整回路の構成を示した回路図である。

【図7】 負荷が抵抗性負荷の場合の負荷への印加電圧波形を示す説明図である。

【図8】 従来の三相誘導電動機における印加電圧と効率の関係を示した説明図である。

【図9】 従来の三相交流電動機の電圧制御装置の構成を示した構成図である。

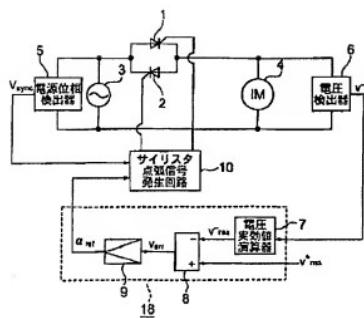
【図10】 従来の誘導性負荷の場合の印加電圧波形および負荷電流波形を示す説明図である。

【図11】 図6の従来の電圧制御装置における各力率角における点弧角と検出電圧比との関係を示した説明図である。

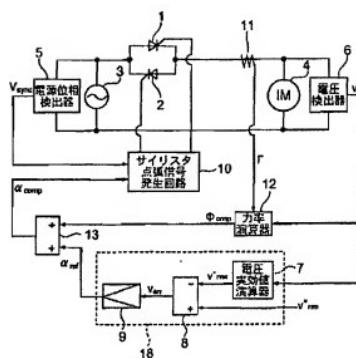
### 【符号の説明】

- 1, 1a, 1b, 1c, 2, 2a, 2b, 2c サイリスタ、3 (単相または多相の) 交流電源、4 負荷、5 電源位相検出器、6 電圧検出器、7 電圧実効値演算部、8 加算器、9 制御演算器、10 サイリスタ点弧信号発生回路、11 電流検出器、12 力率演算器、13 加算器、15a 加算器、15b 加算器、16a 平方根演算器、16b 平方根演算器、17 線形化演算器、18 電圧制御器。

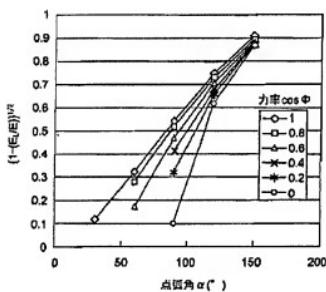
【図1】



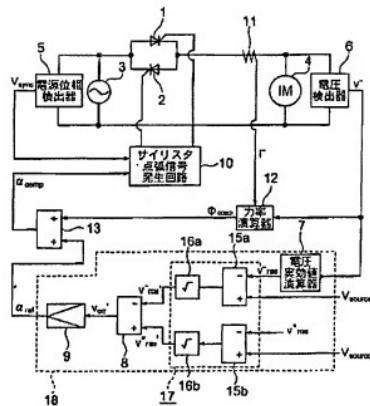
【図2】



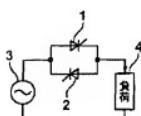
【図3】



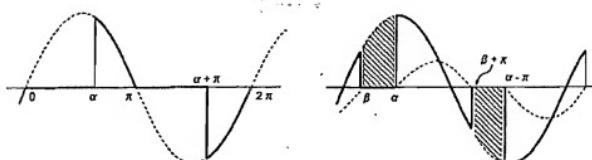
【図4】



【図6】

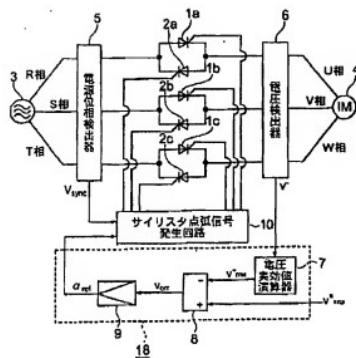


【図7】

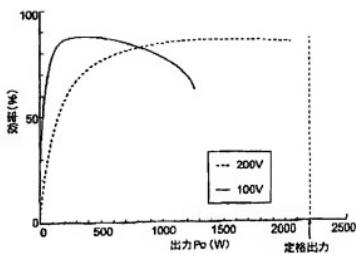


【図10】

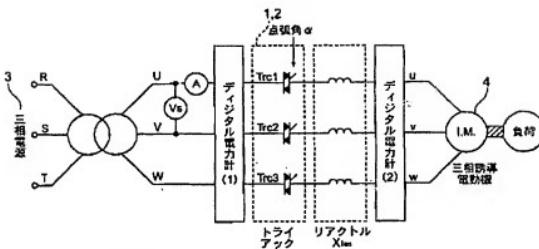
【図5】



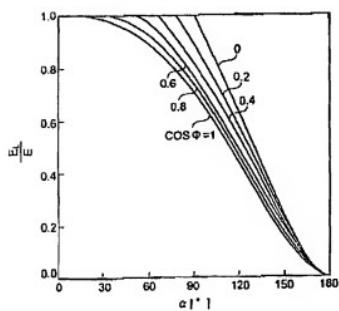
【図8】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 岩山 審博  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

Fターム(参考) .5I550 BB01 CC05 DD03 DD04 EE01  
EE03 GG06 HA10 HB02 LL15